

I. 序 論

1. 画像診断法と臨床意義

中枢神経系の画像診断は、CT (computed tomography) とMRI (magnetic resonance imaging) の出現により大きく変化してきた。CTが登場するまでは、単純写真と血管撮影、これに気脳撮影と脊髓腔造影を加えた4者が、神経放射線診療業務のほとんどすべてであった。気脳撮影は、腰椎穿刺をして空気を入れ、脳槽と脳室の形状を見る検査である。熟練した技能を要する検査であったが、すでに歴史上の検査になった。脊髓腔造影も特殊な領域を除いて検査数が激減しているし、頭部単純X線写真の臨

床的意義はきわめて限られてきた。CTやMRIが普及し、一握りの専門家が行ってた中枢神経の画像診断業務には、多くの放射線科医と診療放射線技師が携わる時代になった。はじめに、中枢神経系の診断に用いられている各種画像検査について、日常臨床における意義を整理しておく。

a. 頭部単純X線写真

単純X線写真はX線透過性を利用した投影画像であり、骨および石灰化、水および軟部組織、脂肪組織、空気を識別できる(図1)。頭部単純X線写真では、頭蓋骨や含気腔、接線上に投射された皮下軟部組織などが観察対象となる。どこの施設でも行える

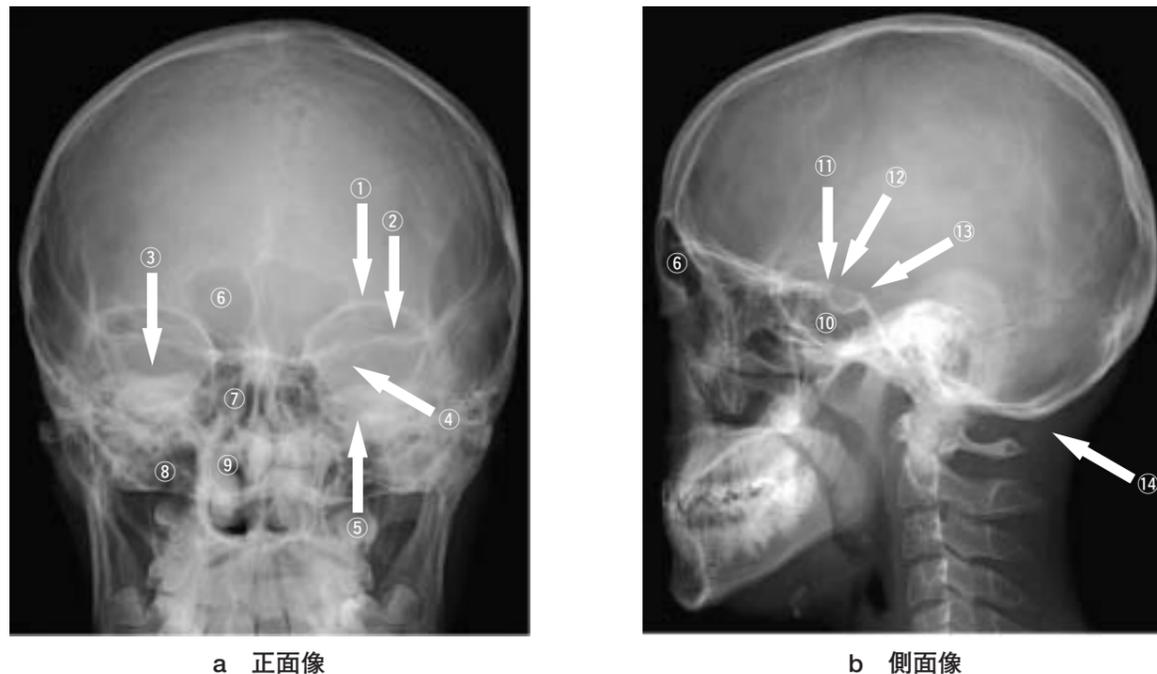


図1 頭部単純X線撮影
 ①眼窩上壁 ②蝶形骨小翼 ③錐体稜 ④上眼窩裂 ⑤内耳道 ⑥前頭洞 ⑦篩骨蜂巣 ⑧上顎洞 ⑨鼻腔
 ⑩蝶形骨洞 ⑪鞍結節 ⑫前床突起 ⑬鞍背 ⑭皮下軟部組織



図2 外傷性くも膜下出血
 鞍上槽に広がるくも膜下出血(→)に加えて、右前頭蓋底に脳挫傷を示す多発性脳内出血が認められる。

簡便な検査であり、いまでも頭部外傷例における骨折のスクリーニング検査として利用されている。しかし、残念なことに脳を直接観察することはできない。脳病変の診断にはCTやMRIが必要であり、頭部単純X線写真のスクリーニング検査法としての意義は乏しくなった。

b. CT

CTの有用性は、急性期の出血と石灰化の描出力にある。出血性病変の検出のみならず出血性病変を否定するという意味で、外傷と脳卒中はCTの良い適応である。頭痛のある患者では、くも膜下出血を否定する意味でCTの適応がある(図2)。MRIが出現した現在においても、簡便かつ短時間で検査ができる点、普及度の点からスクリーニング検査法としての意義は失われていない。

ヘリカルCTの出現により、CT血管撮影(CT angiography: CTA)やCT perfusion検査が進歩している。CT血管撮影の画質が向上し、血管造影を行わなくても動脈の閉塞や動脈瘤の有無を確実に診断できるようになったばかりでなく、動脈瘤や脳腫瘍の術前シミュレーションとしても利用されている(図3)。CT perfusion検査がヨード造影剤を用いて行えるようになったことで、核医学検査やMRIに頼

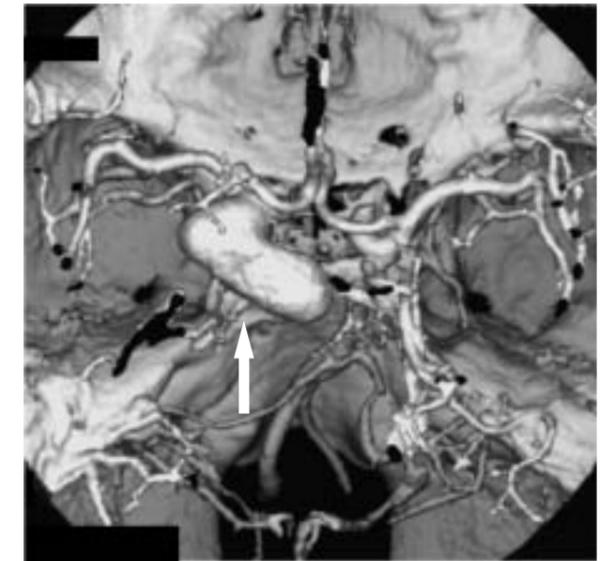


図3 左中大脳動脈の大きな動脈瘤
 CT血管撮影のsurface rendering像を上方から観察している。骨と動脈、動脈瘤(→)が、1枚の画像で立体的に観察できる。

らなくても容易に虚血巣の判定が可能となった。

c. MRI

MRIの組織コントラストはきわめて良好で、中枢神経系の画像診断で中心的役割を果たしている。すべての中枢神経疾患がMRIの適応といっても過言ではない。MR血管撮影(MR angiography: MRA)をはじめとして、FLAIR (fluid-attenuated long TI inversion recovery) 像や拡散強調画像、灌流画像、MRS (MR spectroscopy)、白質の神経路を描出するtractographyなど、新しい撮像法が次々に開発されており、スクリーニング検査から精密検査まで、用途は幅広い。症状に合わせて適切な撮像法を選択することが重要である。

d. 血管造影

CTやMRIのなかった時代には、血管造影が神経放射線診断の主役であった。今日の画像診断において、血管造影の果たす役割は少なくなったといわざるを得ない。しかし、一方では、IVR (interventional radiology) の発達により治療の一部がカテーテル技術を用いて行われるようになってきた。血管造影は、神経放射線検査としてCTやMRIと並んでいまでも大きな柱のひとつである。

e. 核医学検査

ガンマ線放射性物質をさまざまなルートから投与して頭蓋内ないし脳内の血管床、血液循環の状態をスキャナでシンチ・スキャンとして観察する。ガンマ・カメラが開発されてからは、画像化に要する時間が短縮され秒単位の変化を追うことも可能になった。CTやMRIに比べて解像力が劣るので形態学的な評価には適さないが、局所脳血流量ばかりでなく、トレーサを工夫することによりさまざまな脳の機能を評価し得る。

f. その他

超音波装置の性能が向上し、中枢神経系の画像診断に応用されている。超音波は骨を通さないため用途は限られるが、頸部動脈の動脈硬化性病変や新生児における出血性病変では、簡便かつ正確な診断が可能である。

脊椎および脊髄の診断には、スクリーニング検査として単純X線写真が広く用いられている。脊椎の状況を広範囲に知ることができ、頭部単純X線写真に比べて臨床的価値は高い。

脊髄腔造影は非イオン性ヨード造影剤が用いられるようになってから、比較的安全に施行できるようになったが、MRIの登場により施行件数は著しく減少している。

2. 画像検査の基礎知識

中枢神経系の日常臨床では、CTとMRIが主役である。これに血管撮影を加えた3者について、検査実施の際に重要な基本的事項を述べる。

a. CT

CTは脳実質を直接観察できる点で画期的であった。CTにおけるコントラストは、X線吸収値であるHU (Hounsfield unit) をもとに表される。X線吸収値は、水の値を0、空気の値を-1000として、物質のX線吸収値を相対的に表した値である。

1) 撮影断面

頭部CTを撮影する際には、一定の撮影断面を設定しておくことが重要である (図4)。描出される正

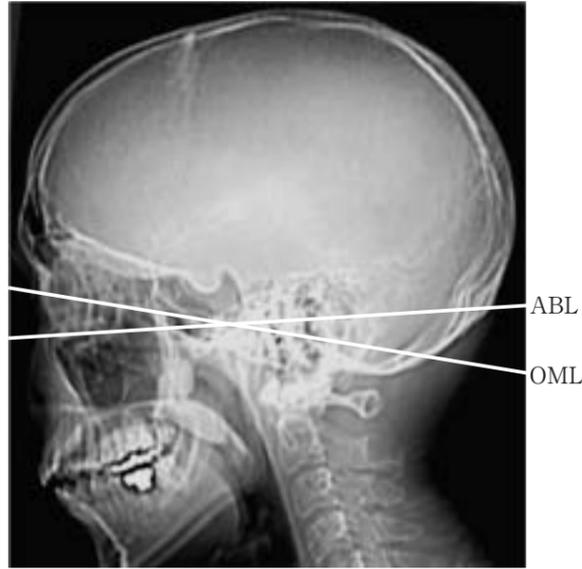


図4 CTにおける頭蓋基準線

眼窩外耳孔線 (orbitomeatal line : OML, 眼窩中心と外耳孔中心を結ぶ線) と人類学的基準線 (anthropological base line : ABL, 眼窩下縁と外耳孔上縁を結ぶ線) を示した。

常構造が一定していないと、特に経過が観察されている場合など、読影に支障を生じる。

撮影断面は、頭蓋につけられた基準線 (面) を指標として決定される。一般に用いられる基準線には、眼窩外耳孔線 (orbitomeatal line: OML, 眼窩中心と外耳孔中心を結ぶ線) で外眼角外耳孔線とほぼ一致する)、人類学的基準線 (anthropological base line: ABL, 眼窩下縁と外耳孔上縁を結ぶ線)、上眼窩外耳孔線 (superior orbitomeatal line: SML, 眼窩上縁と外耳孔中心を結ぶ線) などがある。

2) 画像表示法

CTを観察する場合には、グレイスケールを調節して診断に適した画像にする必要がある。グレイスケールの調節は、ウィンドウ幅とウィンドウレベル (中央値) で行う。脳の実質を観察する場合には、ウィンドウレベルを+40前後にして脳実質の濃度がグレイスケールの中央付近になるようにする。ウィンドウ幅を+100前後にすると、脳実質の微妙な濃度変化を描出することができる (図5)。

ただし、脳の観察条件では、水は黒く表示され脂肪や空気と判別しにくくなる。外傷の際に生じる気頭症や脂肪を含んだ腫瘍を診断する場合には、ウィンドウ幅を広げると同時にウィンドウレベルを下げ

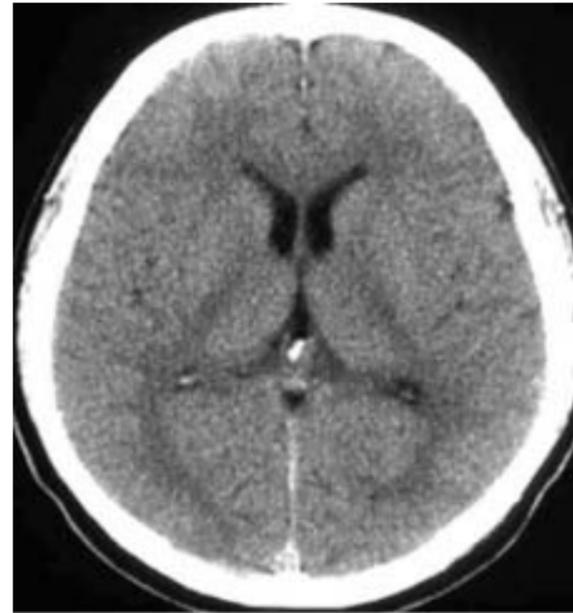


図5 基底核のCT

外包や内包の白質構造に囲まれた中心灰白質 (基底核) が明瞭に同定できる。

て観察する。また、骨は全体的に白く表示され、骨構造を評価することは難しい。骨の変化をとらえるためには、薄いスライス厚で撮影後ウィンドウ幅を広げると同時にウィンドウレベルを上げて観察する。

3) 造影剤

ヨードはX線吸収が大きく毒性が低いので、水溶性の造影剤として用いられている。水溶性のヨード造影剤を経静脈的に投与すると、造影剤の分布量に従って各ピクセルの吸収値が上昇する。造影剤投与前に比べて投与後の吸収値が上昇し、相対的に白く表される現象を増強効果と呼ぶ。病変の種類によって増強効果の程度や増強効果の見られる部位に相違があり、存在部位の診断や組織の判定に役立つ。増強効果の程度は、組織における血管床の多寡と造影剤の漏出現象の程度により決まってくる。血流を有する臓器は多かれ少なかれ増強効果を示すのであるが、正常の脳実質が増強効果を示すことはない。水溶性のヨード造影剤は、脳に存在する血液脳関門 (blood-brain barrier: BBB) を通過しないからである。

水溶性のヨード造影剤には、イオン性造影剤と非イオン性造影剤とがある。非イオン性造影剤は血液

中でイオン化しないので、浸透圧がイオン性造影剤の約半分に抑えられる。このため、高浸透圧性に基づく副作用の発生が1/4~1/7に減少する。一般に用いられている造影剤は、1分子に1個のベンゼン環を有し、モノマーと呼ばれている。1個のベンゼン環には3個のヨード原子が結合している。2つのベンゼン環を結合させ、ダイマーとすることによっても浸透圧が低下する。浸透圧は、非イオン性ダイマーが最も低く、次いで非イオン性モノマーとイオン性ダイマーが同程度、イオン性モノマーが最も高い。非イオン性ダイマーは理論的に最も優れたヨード造影剤であるが、投与後時間が経過してから発生する遅発性副作用の発生が多く、脊髄腔造影以外には使用されなくなった。

b. MRI

核磁気共鳴 (nuclear magnetic resonance: NMR) 現象を利用してつくられる断層画像をMRIと呼称する。

1) 撮影断面

MRIにおいても、CT同様一定の撮影断面であることが必要である。MRIの正中矢状断像では外耳孔や眼窩骨が描出されないが、鼻根点 (nasion) と橋延髄移行部を結ぶ線がほぼOMLに平行であり、鼻根点と中脳橋移行部を結ぶ線がほぼABLと平行になる (図6)。前交連 (anterior commissure: AC) と後交連 (posterior commissure: PC) を結ぶAC-PC lineを基準にする場合もある。脳幹部を観察する場合は、脳幹に垂直な断面を設定すると解剖との対応が容易になる。冠状断像は、基準面と垂直な断面とするのが一般的である。後頭蓋窩や側脳室下角を観察する場合には、脳幹あるいは第4脳室底に平行な断面で撮像する。

2) 画像表示法

MRIにおける信号強度は、CTのような絶対値ではない。したがって、症例ごとにグレイスケールを調節する必要がある。その際注意すべきことは、病変が見つかりやすい条件であることと、表示する対象物がウィンドウ幅内におさまることである。脳を対象とする場合には、脳実質をT1強調画像では白っぽく、T2強調画像では黒っぽく表示して、病変を